

S/N Unknown

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	NAKAMURA et al.	Examiner:	Unknown
Serial No.:	Unknown	Group Art Unit:	Unknown
Filed:	Concurrent herewith	Docket No.:	12844.0068US01
Title:	TORQUE SENSOR		

---

CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.10:

"Express Mail" mailing label number: EV 322884482 US  
Date of Deposit: March 9, 2004

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the U.S. Postal Service "Express Mail Post Office Box Patent Application" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

By: Teresa Anderson  
Name: Teresa Anderson

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants enclose herewith one certified copy of a Japanese application, Serial No. 2003-099635, filed April 2, 2003, the right of priority of which is claimed under 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

MERCHANT & GOULD P.C.  
P.O. Box 2903  
Minneapolis, Minnesota 55402-0903  
(612) 332-5300

Dated: March 9, 2004

By: Curtis B. Hamre  
Curtis B. Hamre  
Reg. No. 29,165

CBH/ame

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 4月 2日

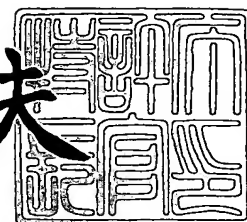
出願番号  
Application Number: 特願2003-099635  
[ST. 10/C]: [JP 2003-099635]

出願人  
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

2004年 2月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3014437



【書類名】 特許願

【整理番号】 H102371401

【提出日】 平成15年 4月 2日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B62D 6/00  
B62D 5/04

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研  
究所内

【氏名】 中村 義人

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研  
究所内

【氏名】 清水 康夫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研  
究所内

【氏名】 末吉 俊一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067356

【弁理士】

【氏名又は名称】 下田 容一郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100094020

【弁理士】

【氏名又は名称】 田宮 寛祉

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004466

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9723773

【包括委任状番号】 0011844

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トルクセンサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも磁歪膜が設けられた磁性材からなるシャフトと、前記シャフトに設けられた前記磁歪膜を励磁する励磁コイルと、磁界の変化を検出する検出コイルと、前記励磁コイルおよび前記検出コイルの外周に設けられたヨーク部と、から成る磁歪式トルクセンサにおいて、

前記ヨーク部の外周に磁性体で成る磁気シールド手段を設けたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 2】 前記磁気シールド手段は低保磁力特性を有する磁性体からなることを特徴とする請求項 1 記載のトルクセンサ。

【請求項 3】 前記磁気シールド手段および前記ヨーク部の間に所定距離が設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のトルクセンサ。

【請求項 4】 前記磁気シールド手段はシャフトに対する外界からの磁気的影響を均一に与えるように前記シャフトと平行に配置されることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のトルクセンサ。

【請求項 5】 前記トルクセンサは、電動パワーステアリング装置を備えた車両のステアリング系で発生するトルクを検出するセンサとして搭載するものであることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、トルクセンサに関し、特に、モータの動力を操舵系に直接作用させて、運転者の操舵トルクを軽減する電動パワーステアリング装置用のトルクセンサに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

電動パワーステアリング装置は、操舵系にモータを備え、モータから供給する動力を制御装置を用いて制御することにより、運転者の操舵トルクを軽減してい

る。従来の電動パワーステアリング装置は、ステアリング・ギアボックス内に、ステアリングホイールに連結するステアリング軸に作用する操舵トルクを検出するための操舵トルク検出部（トルクセンサ）が設けられ、その検出値は制御装置へ入力されて、モータに適切な補助操舵トルクを発生させるための基準信号として供給される。

#### 【0003】

上記の操舵トルク検出部としては、ピニオンの入出力軸間に設けたトーションバーの捻れを利用するトーションバー式その他、磁歪式が知られている。磁歪式トルク検出部の一例としては、ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の表面に例えばNi-Feめっきの如き磁歪膜を上下2箇所それぞれ逆方向の磁気異方性となるように軸方向所定幅で設け、磁歪膜に操舵トルクが作用した時、磁気異方性に基づいて発生する逆磁歪特性を、磁歪膜の周囲に配設されたコイルの交流抵抗等を利用して検知するものである。このようなトルクセンサは、例えば特許文献1、特許文献2で開示されている。

#### 【0004】

図6は、上記のようなトルクセンサ100における励磁コイルと検出コイルと磁歪膜との配置関係の模式図である。ステアリング軸101の表面に形成された磁歪膜102とその磁歪膜102に間隔を設けて形成された磁歪膜103とが設けられており、それらの磁歪膜の近傍に微小の空隙を介して配置された励磁コイル104と、その励磁コイル104には、励磁電圧供給源105が接続されている。また、磁歪膜102の近傍には微小の空隙を介して検出コイル106が設けられ、磁歪膜103の近傍には微小の空隙を介して検出コイル107が設けられている。

#### 【0005】

図6で示したトルクセンサ100において、ステアリング軸101にトルクが作用したときに、磁歪膜102、103にもトルクが作用し、このトルクに応じて磁歪膜102、103に逆磁歪効果が生じる。そのため、励磁電圧供給源105から励磁コイル104に高周波の交流電圧（励磁電圧）を供給したときに、トルクに基づく磁歪膜102、103の逆磁歪効果による磁界の変化を検出コイル

106, 107によりインピーダンスあるいは誘導電圧の変化として検出することができる。このインピーダンスあるいは誘導電圧の変化からステアリング軸101に加えられたトルクを検出することができることになる。

#### 【0006】

このような逆磁歪特性の一例を図7に示す。図7において、横軸は操舵入力トルク、縦軸は励磁コイルに交流電圧を印可した時の検出コイルによって検出されるインピーダンスあるいは誘導電圧を示している。曲線C10は、外部磁界のないときの検出コイル106によって検出されるインピーダンスあるいは誘導電圧の変化を示し、曲線C11は、外部磁界のないときの検出コイル107によって検出されるインピーダンスあるいは誘導電圧の変化を示している。検出コイル106による検出では、操舵トルクが負から正になるにつれてインピーダンスあるいは誘導電圧は増加し、操舵トルクが正の値 $T_1$ となったときインピーダンスあるいは誘導電圧はピーク値 $P_1$ をとり、操舵トルクが $T_1$ 以上では減少する。また、検出コイル107による検出では、操舵トルクが正から負になるにつれてインピーダンスあるいは誘導電圧は増加し、操舵トルクが負の値 $-T_1$ のときインピーダンスあるいは誘導電圧はピーク値 $P_1$ をとり、さらに操舵トルクを増加すると減少する。図7に示すように、検出コイル106で得られる操舵トルク—インピーダンス（誘導電圧）特性と検出コイル107で得られる操舵トルク—インピーダンス（誘導電圧）特性は略凸形状を示し、検出コイル106で得られる操舵トルク—インピーダンス（誘導電圧）特性と検出コイル107で得られる操舵トルク—インピーダンス（誘導電圧）特性は、先に述べた磁歪膜の上下2箇所それぞれ逆方向となる磁気異方性を反映して縦軸に対してほぼ対称的になる。また、直線L10は、検出コイル106により検出された特性曲線C10から検出コイル107により検出された特性曲線C11を引いた値を示すものであり、操舵トルクがゼロのときにその値はゼロとなり、操舵トルクの範囲Rにおいては、操舵トルクの変化にはほぼ直線的に変化することを示す。磁歪式トルク検出部はこのような特性曲線C10, C11の中でも、特にトルク中立点付近のほぼ一定勾配とみなされる領域を使用することで、入力トルクの方角と大きさに対応した検出信号を出力している。また、直線L10の特性を利用することで、検出コイル

1 0 6, 1 0 7 の値から操舵トルクを検出することができる。

#### 【0 0 0 7】

次に、このようなトルクセンサにおいて、外部磁界が存在するときについて述べる。外部磁界が存在するときには、磁歪膜 1 0 6, 1 0 7 と磁性体のステアリング軸を含む系の磁気特性が変化する。それにより、例えば、図 7 で示すように、検出コイル 1 0 6 による特性曲線が点線 C 2 0、検出コイル 1 0 7 による特性曲線が点線 C 2 1 のように、シフトする。それにより、特性曲線 C 2 1 と C 2 2 の差で得られる直線も点線 L 2 0 のようにシフトし、操舵トルクがゼロのときにもゼロではない値を持ち、いわゆる中点ずれが生じる。電動パワーステアリング装置の場合、トルクセンサの出力の中点ずれは操舵アシスト力の左右差となり、操舵を行う運転者に違和感を与えることになる。それゆえ、検出コイル 1 0 6, 1 0 7 の検出値から操舵トルクを求めるにはゼロ点補正、すなわち、中立点調整を行う必要がある。そのため、通常、トルクセンサを電動パワーステアリング装置に設置した後に、中立点調整は必須のものであった。

#### 【0 0 0 8】

しかしながら、従来の操舵トルク検出部においては、格別の磁気シールド手段を設けていなかったため、車両へトルク検出部を取り付ける前後での外部環境の変化を考慮した場合、トルク検出部単体でのトルク検出信号の中立点調整を行うことが難しいという問題がある。すなわち、単体でトルク検出信号の中立点調整を行い車両へトルク検出部を取り付けた後、外部からの磁石等の接近によりトルク検出部周辺の磁界が変化すると、トルク検出信号の中立点が変わり、例えば据え切り操舵を行ったときの操舵トルクの特徴がハンドル回転方向で異なるため、トルク検出信号の中立点を改めて調整し直さなければならない。そこで、特許文献 3 においては、磁気シールドをトルクセンサの磁歪膜の周辺に設けるような構造が提案されている。

#### 【0 0 0 9】

##### 【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 1 3 3 3 3 7

##### 【特許文献 2】



特開 2 0 0 2 - 1 6 8 7 0 6

【特許文献 3】

特開 2 0 0 1 - 2 9 6 1 9 3

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 3 において開示された磁気シールド手段は、磁歪膜の周囲のみを非磁性高導電材のケーシングにより磁気シールドをしているが、後で述べるように、外界の磁界のトルクセンサへの影響は、磁歪膜だけでなく、磁性体によって形成されているステアリング軸にも影響し、そのステアリング軸が外部磁界により磁化し、そのステアリング軸が磁化したことにより、トルクセンサの特性が変化するという問題が生じる。そのため、磁歪膜の周囲のみを磁気シールドするだけでは、外部磁界のトルクセンサへの影響を抑制するのは困難であるという問題点がある。

【0 0 1 1】

本発明の目的は、上記問題を解決するため、外部からの磁石等の接近によりトルクセンサ周辺の磁界が変化しても、トルク検出信号の中立点が変わらず、中立点の調整を容易にするトルクセンサを提供することにある。

【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段および作用】

本発明に係るトルクセンサは、上記の目的を達成するために、次のように構成される。

【0 0 1 3】

第 1 のトルクセンサ（請求項 1 に対応）は、少なくとも磁歪膜が設けられた磁性材からなるシャフトと、シャフトに設けられた磁歪膜を励磁する励磁コイルと、磁界の変化を検出する検出コイルと、励磁コイルおよび検出コイルの外周に設けられたヨーク部と、から成る磁歪式トルクセンサにおいて、ヨーク部の外周に磁性体で成る磁気シールド手段を設けたことで特徴づけられる。

【0 0 1 4】

第 1 のトルクセンサによれば、ヨーク部の外周に磁性体で成る磁気シールド手

段を設けたため、磁性体からなるシールド手段を操舵トルク検出部（トルクセンサ）を囲むように設けることによって、例えば外部に配置された磁石等により車両に取り付けられたトルクセンサ周辺の外部磁界が変化しても、トルク検出信号の中立点の変化を抑制することができ、また、磁気異方性を有する磁歪材の逆磁歪効果を利用し、したがって外部磁界の変化に対して影響を受けやすい磁歪式トルク検出手段に対してシールド手段を用いることで、トルク検出信号の中立点を改めて調整し直す必要がなくなり、トルク検出手段単体での中立点調整が可能となる。

#### 【0015】

第2のトルクセンサ（請求項2に対応）は、上記の構成において、好ましくは磁気シールド手段は低保磁力特性を有する磁性体からなることで特徴づけられる。

#### 【0016】

第2のトルクセンサによれば、磁気シールド手段は低保磁力特性を有する磁性体からなるため、シールド手段の外部磁界による磁化を抑制することができるので、外部磁界変化の原因となる物体が取り除かれた後、シールド手段の磁化によるトルク検出手段への影響を最小限に留めることができる。

#### 【0017】

第3のトルクセンサ（請求項3に対応）は、上記の構成において、好ましくは磁気シールド手段およびヨーク部の間に所定距離が設けられていることで特徴づけられる。

#### 【0018】

第3のトルクセンサによれば、磁気シールド手段およびヨーク部の間に所定距離が設けられているため、外部磁界がトルク検出部に及ぼす影響を十分弱めることができるので、トルク検出信号の中立点を改めて調整し直す必要がなくなり、トルク検出手段単体での中立点調整が可能となる。

#### 【0019】

第4のトルクセンサ（請求項4に対応）は、上記の構成において、好ましくは磁気シールド手段はシャフトに対する磁気的影響を均一に与えるようにシャフト

と平行に配置されることで特徴づけられる。

#### 【0020】

第4のトルクセンサによれば、磁気シールド手段はシャフトに対する磁気的影響を均一に与えるようにシャフトと平行に配置されるため、シールド手段のトルク入力軸中心線に沿った断面をトルク入力軸中心線とほぼ平行とすることによって、外部磁界がトルク検出部に及ぼす影響を軸方向に関して均一化できるので、トルク検出信号の中立点を改めて調整し直す必要がなくなり、トルク検出手段単体での中立点調整が可能となる。

#### 【0021】

第5のトルクセンサ（請求項5に対応）は、上記の構成において、好ましくはトルクセンサが、電動パワーステアリング装置を備えた車両のステアリング系で発生するトルクを検出するセンサとして搭載するものであることで特徴づけられる。

#### 【0022】

第5のトルクセンサによれば、トルクセンサが、電動パワーステアリング装置を備えた車両のステアリング系で発生するトルクを検出するセンサとして搭載するものであるため、電動パワーステアリング装置に組み込んだときに、トルクセンサ出力中点ずれの抑制による操舵違和感の低減、あるいは、操舵フィーリングの安定化を達成することができる。

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

#### 【0024】

図1は、本発明の実施形態に係る電動パワーステアリング装置の全体構成図である。電動パワーステアリング装置10は、ステアリングホイール11に連結されるステアリング軸12a等に対して補助用の操舵力（操舵トルク）を与えるように構成されている。ステアリング軸12aはステアリング軸12bと自在軸継手12cを介して連結されており、ステアリング軸12aの上端はステアリングホイール11に連結され、ステアリング軸12bの下端にはピニオンギヤ13が

取り付けられている。ピニオンギヤ 13 に対して、これに噛み合うラックギヤ 14 a を設けたラック軸 14 が配置されている。ピニオンギヤ 13 とラックギヤ 14 a によってラック・ピニオン機構 15 が形成される。ラック軸 14 の両端にはタイロッド 16 が設けられ、各タイロッド 16 の外側端には前輪 17 が取り付けられる。上記ステアリング軸 12 b に対し動力伝達機構 18 を介してモータ 19 が設けられている。動力伝達機構 18 は、ウォームギヤ 18 a とウォームホイール 18 b によって形成されている。モータ 19 は、操舵トルクを補助する回転力（トルク）を出力し、この回転力を、動力伝達機構 18 を経由して、ステアリング軸 12 b, 12 a に与える。またステアリング軸 12 b には操舵トルク検出部（トルクセンサ）20 が設けられている。操舵トルク検出部 20 は、運転者がステアリングホイール 11 を操作することによって生じる操舵トルクをステアリング軸 12 a, 12 b に加えたとき、ステアリング軸 12 a, b に加わる当該操舵トルクを検出する。21 は車両の車速を検出する車速検出部であり、22 はコンピュータで構成される制御装置である。制御装置 22 は、操舵トルク検出部 20 から出力される操舵トルク信号 T と車速検出部 21 から出力される車速信号 V を取り入れ、操舵トルクに係る情報を車速に係る情報に基づいて、モータ 19 の回転動作を制御する駆動制御信号 S G 1 を出力する。上記のラック・ピニオン機構 15 等は図 1 中で図示しないギヤボックス 24 に収納されている。

#### 【0025】

上記において電動パワーステアリング装置 10 は、通常のステアリング系の装置構成に対し、操舵トルク検出部 20、車速検出部 21、制御装置 22、モータ 19、動力伝達機構 18 を付加することによって構成されている。

#### 【0026】

上記構成において、運転者がステアリングホイール 11 を操作して自動車の走行運転中に走行方向の操舵を行うとき、ステアリング軸 12 a, 12 b に加えられた操舵トルクに基づく回転力はラック・ピニオン機構 15 を介してラック軸 14 の軸方向の直線運動に変換され、さらにタイロッド 16 を介して前輪 17 の走行方向を変化させようとする。このときにおいて、同時に、ステアリング軸 12 b に付設された操舵トルク検出部 20 は、ステアリングホイール 11 での運転者

による操舵に応じた操舵トルクを検出して電氣的な操舵トルク信号Tに変換し、この操舵トルク信号Tを制御装置22へ出力する。また、車速検出部21は、車両の車速を検出して車速信号Vに変換し、この車速信号Vを制御装置22へ出力する。制御装置22は、操舵トルク信号T、車速信号Vに基づいてモータ19を駆動するためのモータ電流を発生する。モータ電流によって駆動されるモータ19は、動力伝達機構18を介して補助操舵力をステアリング軸12b, 12aに作用させる。以上のごとくモータ19を駆動することにより、ステアリングホイール11に加えられる運転者による操舵力が軽減される。

#### 【0027】

図2は、電動パワーステアリング装置10の機械的機構の要部と電気系の具体的構成を示す。ラック軸14の左端部および右端部の一部は断面で示されている。ラック軸14は、車幅方向（図2中左右方向）に配置される筒状ハウジング31の内部に軸方向へスライド可能に収容されている。ハウジング31から突出したラック軸14の両端にはボールジョイント32がネジ結合され、これらのボールジョイント32に左右のタイロッド16が連結されている。ハウジング31は、図示しない車体に取り付けるためのブラケット33を備えると共に、両端部にストッパ34を備えている。

#### 【0028】

図2において、35はイグニションスイッチ、36は車載バッテリー、37は車両エンジンに付設された交流発電機（ACG）である。交流発電機37は車両エンジンの動作で発電を開始する。制御装置22に対してバッテリー36または交流発電機37から必要な電力が供給される。制御装置22はモータ19に付設されている。また38はラック軸の移動時にストッパ34に当たるラックエンドであり、39はギヤボックスの内部を水、泥、埃等から保護するためのダストシール用ブーツである。

#### 【0029】

図3は図2中のA-A線断面図である。図3では、ステアリング軸12bの支持構造、操舵トルク検出部20、動力伝達機構18、ラック・ピニオン機構15の具体的構成が明示される。

## 【0030】

図3において、上記ギヤボックス24を形成するハウジング24aにおいてステアリング軸12bは2つの軸受け部41、42によって回転自在に支持されている。ハウジング24aの内部にはラック・ピニオン機構15と動力伝達機構18が収納され、さらに上部には操舵トルク検出部（トルクセンサ）20が付設されている。また、操舵トルク検出部20の周囲を覆うように円筒状の磁気シールド部材20aが磁歪膜20b、20cとの周りのコイル20d、20d'、20e、20e'を囲むヨーク部20fとステアリング軸12bを取り囲んでいる。ハウジング24aの上部開口はリッド43で塞がれ、リッド43はボルトで固定されている。ステアリング軸12bの下端部に設けられたピニオン13は軸受け部41、42の間に位置している。ラック軸14は、ラックガイド45で案内され、かつ圧縮されたスプリング46で付勢されピニオン13側へ押さえ付けられている。動力伝達機構18は、モータ19の出力軸に結合される伝動軸48に固定されたウォームギヤ18aとステアリング軸12bに固定されたウォームホイール18bとによって形成される。操舵トルク検出部20はリッド43に取り付けられている。

## 【0031】

上記したようにトルクセンサ20は、ステアリング・ギヤボックス24内に設けられており、ステアリング軸12bに作用する操舵トルクを検出し、その検出値は制御装置22へ入力されて、モータ19に適切な補助操舵トルクを発生させるための基準信号として供給される。

## 【0032】

ここで用いられるトルクセンサ20は、磁歪式トルクセンサであり、図3に示すように、ステアリングホイール11からステアリング軸12a、自在軸継手12cを介して連結されたステアリング軸12bの表面に例えばNi-Feめっきのごとき磁気異方性を有する磁歪膜を上下2箇所（20bおよび20c）でそれぞれ逆方向の異方性となるように軸方向所定幅で設け、磁歪膜20b、20cに操舵トルクが作用したときに発生する逆磁歪特性を、磁歪膜20b、20cの周囲に配設されたコイル20d、20eの交流抵抗等を利用して検知するものであ

る。

### 【0033】

次に、本発明のトルクセンサについて詳細に説明する。本発明のトルクセンサは図3に示されるように磁性材からなるステアリング軸（シャフト）12bの周囲2箇所（図3では2箇所）に磁歪膜20b、20cが設けられ、ステアリング軸12bに設けられた磁歪膜20b、20cを励磁する励磁コイル20d'、20e'と、磁界の変化を検出する検出コイル20d、20eを備えたコイルが設けられている。また、励磁コイル20d'、20e'および検出コイル20d、20eの外周にはヨーク部20fが設けられている。ヨーク部20fの外周には、円筒状の磁性体で成る磁気シールド部材20aが設けられている。磁気シールド部材20aはステアリング軸の軸長全体に渡って設けるか、あるいは、ステアリング軸が外部に露出している部分を覆うように設けることが望ましい。

### 【0034】

磁気シールド部材20aは低保磁力特性を有する磁性体、例えば、ケイ素鋼板からなり、50A600～50A1300（JIS C 2552による）などの材料である。ここで、数値「50」は呼称厚さ（mm）を100倍した値であり、記号「A」は無方向性材料、つまり透磁率が圧延方向によらずほぼ一定のものであることを示す。また数値「600」あるいは「1300」は、鉄損の1（kg）当量（W/kg）を100倍した値である。また、磁気シールド部材20aおよびヨーク部20fの間に所定距離が設けられている。その所定距離は、例えば、円筒状の磁気シールド部材の内側の半径をステアリング軸の磁歪膜部分の外側の直径に対して少なくとも2倍程度にするような距離である。この距離以下だと磁気シールド部材でブロックしようとした磁束が内側のヨーク部材に漏れ出てしまうからである。磁気シールド部材20aはステアリング軸12bと平行に配置され、それにより、ステアリング軸12bに対する外界からの磁気的影響を均一に与えるように構成されている。

### 【0035】

励磁コイル20d'、20e'と検出コイル20d、20eと磁歪膜の関係は模式的に表すと、図6と同様の構成となる。また、検出コイル20d、20eで

検出される特性は、磁気シールド部材 20a があるために、外部磁界があるときでも、外部磁界がないときでも図 7 で示した曲線 C10 と C11 と同様の特性となり、図 7 に示すように、検出コイル 20d で得られる操舵トルクインピーダンス（誘導電圧）特性と検出コイル 20e で得られる操舵トルクインピーダンス（誘導電圧）特性は略凸形状を示し、検出コイル 20d で得られる操舵トルクインピーダンス（誘導電圧）特性と検出コイル 20e で得られる操舵トルクインピーダンス（誘導電圧）特性は、先に述べた磁歪膜の上下 2 箇所それぞれ逆方向となる磁気異方性を反映して縦軸に対してほぼ対称的になる。また、検出コイル 20d により検出された特性曲線から検出コイル 20e により検出された特性曲線を引いた値  $h_a$ 、直線 L10 と同様になり、操舵トルクがゼロのときにその値はゼロとなり、操舵トルクの範囲 R においては、操舵トルクの変化にほぼ直線的に変化することを示す。本発明に係るトルクセンサでは磁気シールド部材を備えているために、外部磁界のあるなしにかかわらず、磁歪式トルク検出部はこのような特性曲線 C10、C11 と同様な特性曲線の中でも、特にトルク中立点付近のほぼ一定勾配とみなされる領域を使用することで、入力トルクの方角と大きさに対応した検出信号を出力する。また、直線 L10 と同様の特性を利用することで、検出コイル 20d、20e の値から操舵トルクを検出することができる。

#### 【0036】

次に、磁気シールド部材 20a を設けないときのトルクセンサ 20' に外部磁界を与えたときの様子と、本発明でのように磁気シールド部材 20a を設けたトルクセンサ 20 での外部磁界を与えたときの影響を説明する。図 4 (a) は、磁気シールド部材を設けないときのトルクセンサ 20 に外部磁界を与えたときの様子を示す図であり、図 4 (b) は、磁気シールド部材 20a を設けたトルクセンサ 20 での外部磁界を与えたときの影響を示す図である。

#### 【0037】

図 4 (a) では、トルクセンサ 20' の近くに磁石 50 があると、磁石が発生する磁界（矢印 51 は磁力線を示す）がトルクセンサ 20' の磁歪膜 20b'、20c' と磁性体のステアリング軸 12b' に影響を及ぼす。このとき、図 4 (



a) の磁石 50 の位置では磁歪膜 20 b' の方が磁歪膜 20 c' に比べて、強く磁界の影響を受け、また、ステアリング軸上部の方が下部よりも強く磁化される。そのため、図示しない磁歪膜 20 b' 近傍の検出コイルと磁歪膜 20 c' 近傍の検出コイルで検出される特性は、図 7 で示した曲線 C10 と C11 のような縦軸に対称な特性とはならず、図 7 の点線 C20, C21 のような特性となり、入力トルクがゼロであるのも関わらず、トルクが検出されている状態となってしまう。また、磁石 50 の位置が点線 50' で示したような場合には、磁歪膜 20 c' の方が磁歪膜 20 b' に比べて、強く磁界の影響を受け、また、ステアリング軸 12 b' 下部の方が上部よりも強く磁化される。そのため、図示しない磁歪膜 20 b' 近傍の検出コイルと磁歪膜 20 c' 近傍の検出コイルで検出される特性は、曲線 C10 と C11 のような縦軸に対称な特性とはならず、また、図 7 の点線 C20, C21 と異なる特性となる。このとき、磁石 50 の影響は図 4 に示したように、一方の磁歪膜に大きくおよぶため、曲線 C10 から曲線 C20 に変化したときのずれ分と、曲線 C11 から曲線 C21 に変化したときのずれ分は大きく異なっている。このように、磁石 50, 50' 等の接近によりトルクセンサ 20' 周辺の磁界が変化した場合では、磁気シールド部材を設けないため、トルクセンサ 20' の磁気的特性は外部磁界の影響を受けて変化し、これに応じてトルク検出信号も変化してしまう。この事象に関して本発明者が詳細な実験と検討を行った結果、次のような事実を確認した。

#### 【0038】

すなわち、外部磁界によるトルク検出信号の変化の原因を考えた場合、主要因は磁歪膜 20 b', 20 c' の磁気的特性に対する直接の作用ではなく、むしろ磁歪膜 20 b', 20 c' を施しているトルク入力軸（ステアリング軸）12 b の表面（これをここでは母材と呼ぶことにする）の磁化に拠るところが大きいというものである。より詳細に述べると、外部磁界の影響により母材が磁化され、この磁化による磁歪膜 20 b', 20 c' の磁歪効果（すなわち、磁界によって磁歪材もしくはその結晶構造が微小に変形すること）により磁歪材 20 b', 20 c' に内部応力が発生すると、この内部応力に応じた歪みが磁歪材内部に生じてあたかも入力トルクが印加されたときのように出力が変化するというものであ

る。

#### 【0039】

これに対して、図4（b）に示すように、磁性材から成る磁気シールド部材20aを設けた場合は、先ず磁石50の外部磁界の影響により磁気シールド部材20aが磁化される。その磁化によって発生する磁束の一部（図中の矢印52）はトルクセンサ20内のトルク入力軸12bに作用しこれをわずかに磁化させるが、その大部分は外部磁界の源である磁石50等に還流する。また、図4（b）の50'で示すように磁石の位置を変えたときにも磁性材から成る磁気シールド部材20aを設けた場合は、同様に先ず磁石50'からの外部磁界の影響により磁気シールド部材20aが磁化される。その磁化によって発生する磁束の一部はトルクセンサ20内のトルク入力軸12bに作用しこれをわずかに磁化させるが、その大部分は外部磁界の源である磁石50'等に還流する。そのため、図4（b）で示すように磁石50が異なる位置になっても、どちらもトルクセンサに及ぼす磁界の影響は均一に抑制されたものとなる。

#### 【0040】

このように、磁気シールド部材20aによりトルクセンサ20への外部磁界の影響が緩和され、トルク検出信号の変化を十分に抑制することができるため、トルク検出信号を改めて調整しなおす必要がなくなる。

#### 【0041】

また、磁気シールド部材20aに用いる磁性材は低保磁力特性を有するもの、すなわちそれ自体は永久磁石になりにくいものとする事により、外部磁界変化の原因となる磁石等の物体が取り除かれた場合でも素早くトルクセンサ周辺の磁界を初期の状態に戻すことが可能となり、トルク検出信号が僅かに変化する期間を最小限に留めることができる。

#### 【0042】

さらに、磁気シールド部材はトルク入力軸（ステアリング軸）に対して所定の距離をもって配置されているものとする事により、外部磁界により磁化されたシールド手段のトルク入力軸に対する影響をさらに抑制することが可能となり、感度の高い、あるいは磁界の影響を受けやすいトルクセンサに対してもより確実

にトルク検出信号の中立点変化を抑えることができる。

#### 【0043】

また、図4（b）に示すように磁気シールド部材20aのトルク入力軸12b中心線に沿った断面をトルク入力軸12bの中心線とほぼ平行とすることにより、外部磁界により磁化された磁気シールド部材20aのトルク入力軸に対する影響を軸方向に関して均一化できるので、本実施形態のように上下で異なる磁歪特性の磁歪膜を有するトルクセンサにおいて、それぞれの磁歪膜を設けた母材の磁化度合いの違いにより、トルク検出信号が変化するという問題にも対応することが可能となる。

#### 【0044】

次に、本発明に係るトルクセンサの変形例を示す。図5は、本発明に係るトルクセンサの変形例を示す模式図である。図5（a）は第1の変形例を示す図である。本実施形態においては、磁気シールド部材は略円筒形状のトルクセンサ本体とは独立した部材としたが、第1の変形例では、ステアリング軸12bと磁歪膜20b、20c、コイル20d、20d'とコイル20e、20e'を備えたトルクセンサ20の保持部材（リッド）43の内部に磁気シールド部材60が埋め込まれた構造である。このときには、保持部材43の内部の磁気シールド部材60によって、外部磁界の影響を抑制することができる。

#### 【0045】

図5（b）は、第2の変形例を示す図である。第2の変形例では、トルクセンサ20の保持部材43自体を、本発明で記述された機能を満足するような材質、すなわち、ケイ素鋼板などの低保磁力特性の磁性体を用いて構成する。その磁性体は、例えば、50A600～50A1300（JIS C 2552による）などの材料である。ここで、数値「50」は呼称厚さ（mm）を100倍した値であり、記号「A」は無方向性材料、つまり透磁率が圧延方向によらずほぼ一定のものであることを示す。また数値「600」あるいは「1300」は、鉄損の1（kg）当量（W/kg）を100倍した値である。このときには、保持部材43により磁気シールドされ、外部磁界の影響を抑制することができる。

#### 【0046】

図5(c)は、第3の変形例を示す図である、第3の変形例では、トルクセンサ全体を覆うカバー部材61に対して、本発明にて記述された機能を満足するような材質、すなわち、ケイ素鋼板などの低保磁力特性の磁性体を用いて構成する。このときには、カバー部材61によって磁気シールドされ、外部磁界の影響を抑制することができる。

#### 【0047】

なお、磁気シールド部材は、エンジン等高熱部からの発熱に対してトルクセンサを保護する遮熱手段としての機能を併せ持っても良い。

#### 【0048】

#### 【発明の効果】

以上の説明で明らかなように本発明によれば、次の効果を奏する。

#### 【0049】

ヨーク部の外周に磁性体で成る磁気シールド手段を設けたため、磁性材からなる磁気シールド手段を操舵トルク検出部を囲むように設けることによって、例えば外部に配置された磁石等により車両に取り付けられたトルク検出部周辺の外部磁界が変化しても、トルク検出信号の中立点の変化を抑制することができ、また、磁気異方性を有する磁歪材の逆磁歪効果を利用し、したがって外部磁界の変化に対して影響を受けやすい磁歪式トルク検出手段に対してシールド手段を用いることで、トルク検出信号の中立点を改めて調整し直す必要がなくなり、トルク検出手段単体での中立点調整が可能となる。

#### 【0050】

また、シールド手段を低保磁力特性を有する磁性材とすることによって、磁気シールド手段の外部磁界による磁化を抑制することができるので、外部磁界変化の原因となる物体が取り除かれた後、磁気シールド手段の磁化によるトルク検出手段への影響を最小限に留めることができる。

#### 【0051】

さらに、磁気シールド手段およびヨーク部の間に所定距離が設けられているため、外部磁界がトルク検出部に及ぼす影響を十分弱めることができるので、トルク検出信号の中立点を改めて調整し直す必要がなくなり、トルク検出手段単体で

の中立点調整が可能となる。

#### 【0052】

また、磁気シールド手段はシャフトに対する磁気的影響を均一に与えるようにシャフトと平行に配置されるため、シールド手段のトルク入力軸中心線に沿った断面をトルク入力軸中心線とほぼ平行とすることによって、外部磁界がトルク検出部に及ぼす影響を軸方向に関して均一化できるので、どちらかの磁歪膜にのみ磁気的影響が生じて、中立点が変わるような事象を防ぐことができ、トルク検出信号の中立点を改めて調整し直す必要がなくなり、トルク検出手段単体での中立点調整が可能となる。

#### 【0053】

さらに、トルクセンサが、電動パワーステアリング装置を備えた車両のステアリング系で発生するトルクを検出するセンサとして搭載するものであるため、電動パワーステアリング装置に組み込んだときに、トルクセンサ出力中点ずれの抑制することができ、操舵フィーリングの安定化を達成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施形態に係る電動パワーステアリング装置の全体構成図である。

##### 【図2】

電動パワーステアリング装置 10 の機械的機構の要部と電気系の具体的構成を示す図である。

##### 【図3】

図2中のA-A線断面図である。

##### 【図4】

磁石等の接近によりトルク検出部周辺の磁界が変化の様子を示す図である。（a）磁気シールド部材を設けない場合、（b）磁気シールド部材を設けた場合。

##### 【図5】

磁気シールド手段の変形例を示す図である。（a）トルクセンサの保持部材の内部に埋め込まれた構造、（b）保持部材自体を、本発明で記述された機能を満足するような材質を用いて構成、（c）トルク検出手段全体を覆うカバー手段に

対して、本発明にて記述された機能を満足するような材質を用いて構成。

【図 6】

トルクセンサにおける励磁コイルと検出コイルと磁歪膜との配置関係の模式図である。

【図 7】

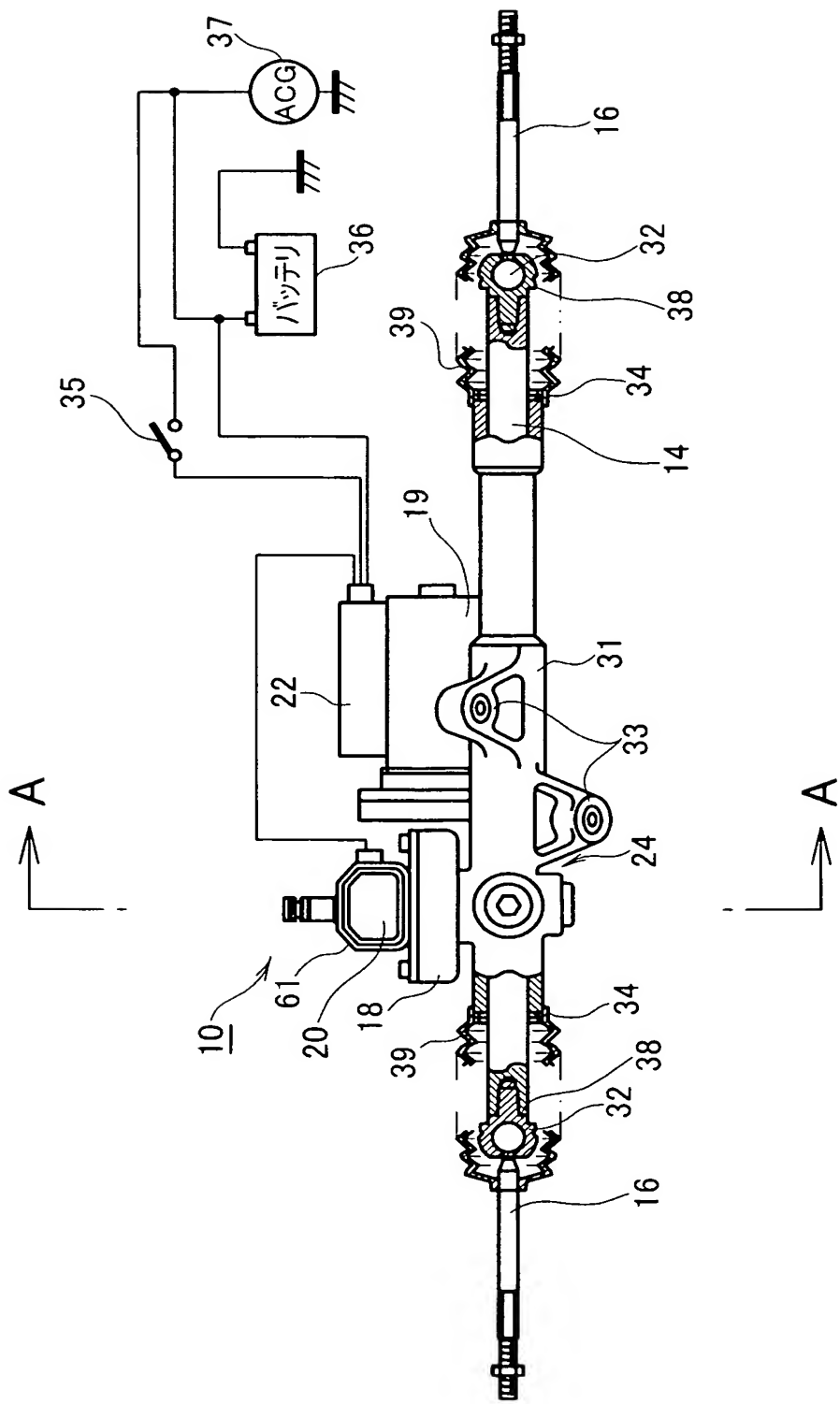
逆磁歪特性の一例を示すグラフである。

【符号の説明】

10	電動パワーステアリング装置
11	ステアリングホイール
12a, 12b	ステアリング軸
12c	自在軸継手
13	ピニオンギヤ
14a	ラックギヤ
14	ラック軸
15	ラック・ピニオン機構
16	タイロッド
17	前輪
18	動力伝達機構
19	モータ
20	操舵トルク検出部（トルクセンサ）
20a	磁気シールド
20b, 20c	磁歪膜
20d, 20e	検出コイル
20d', 20e'	励磁コイル
20f	ヨーク部
22	制御装置

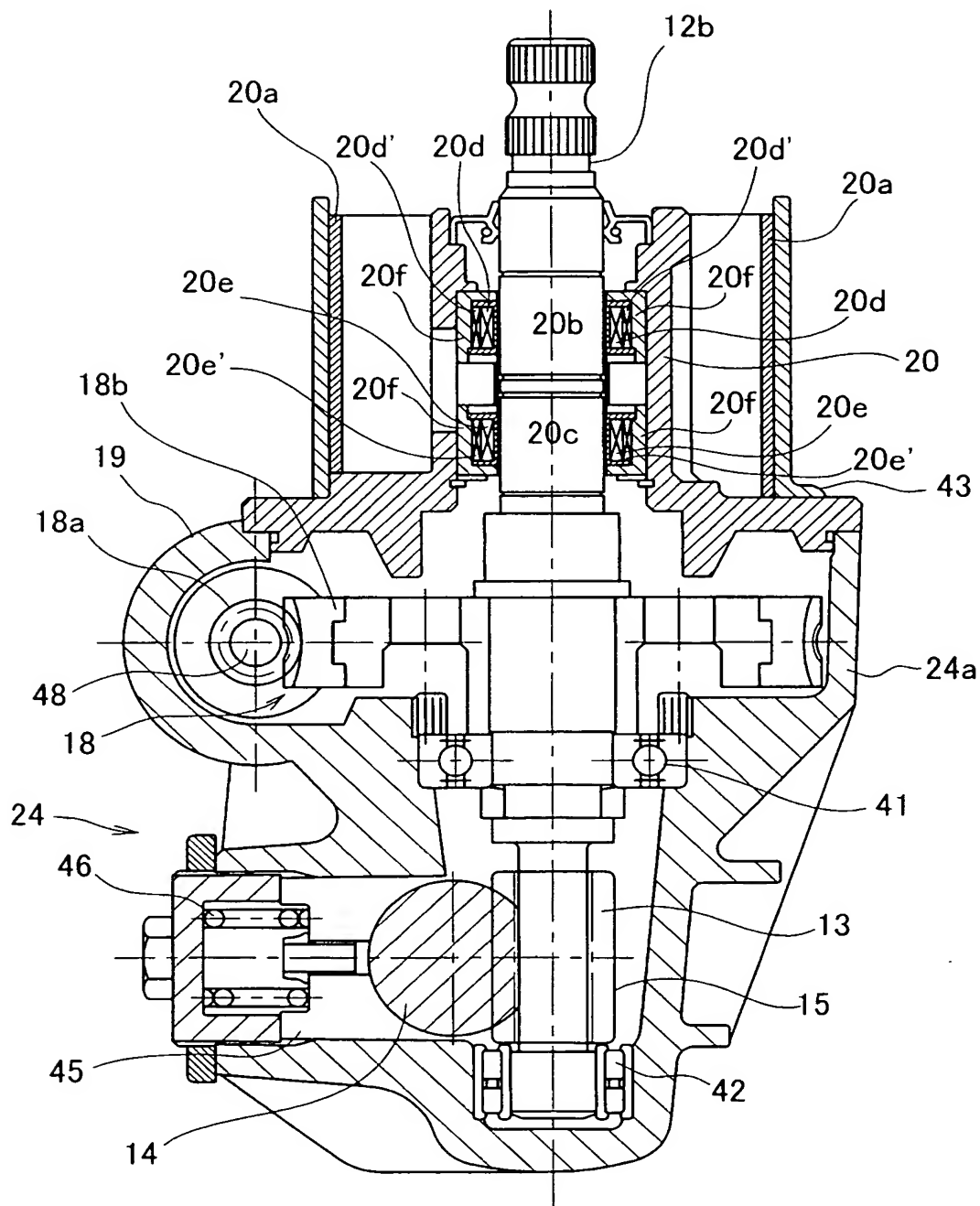


【図 2】

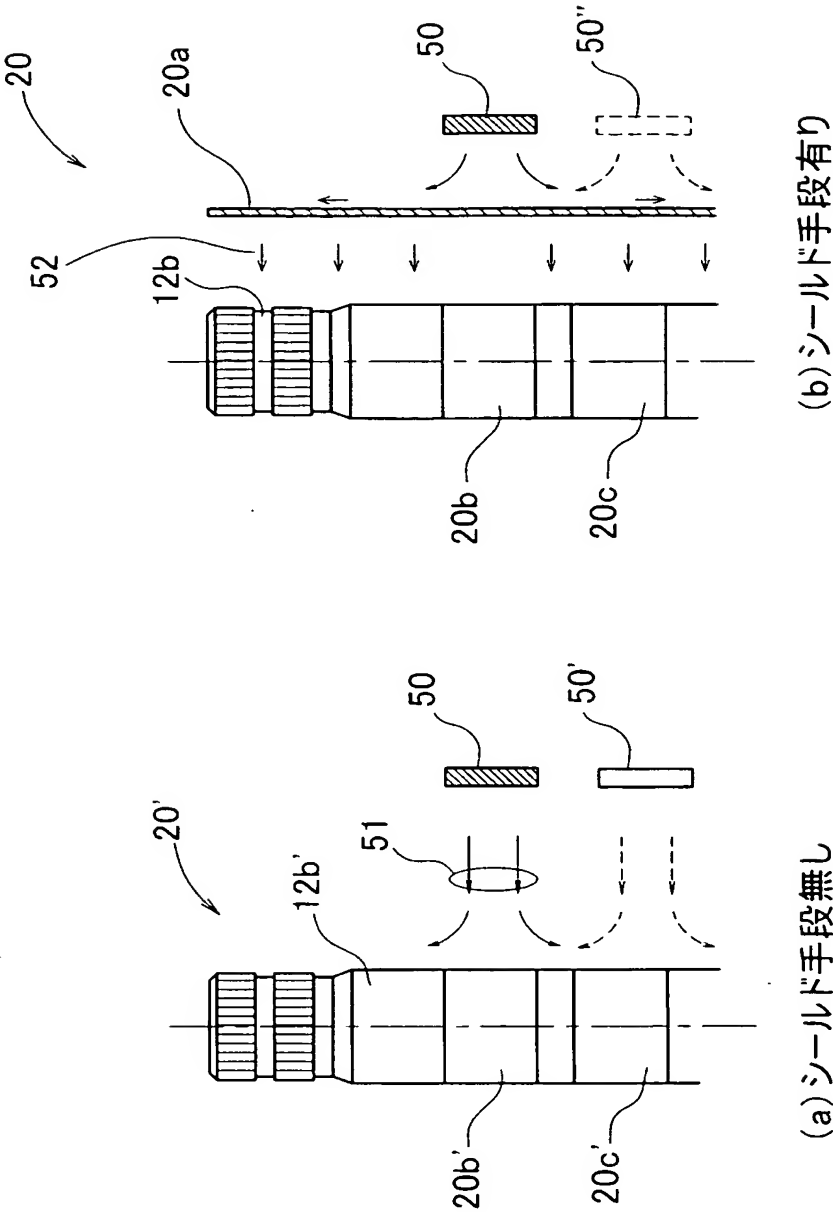




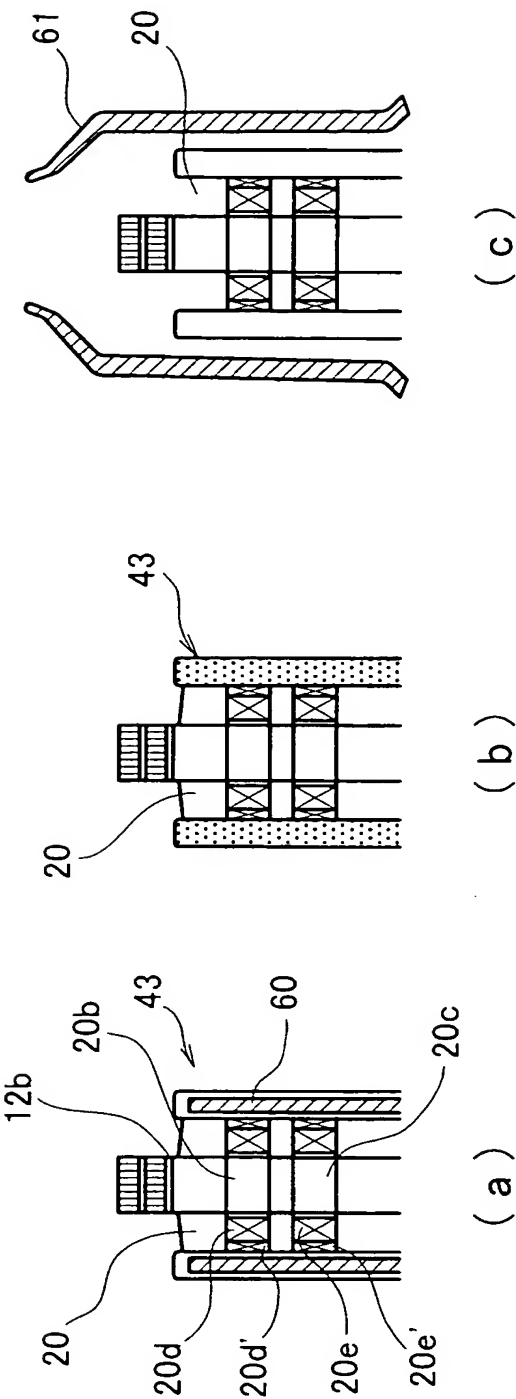
【図 3】



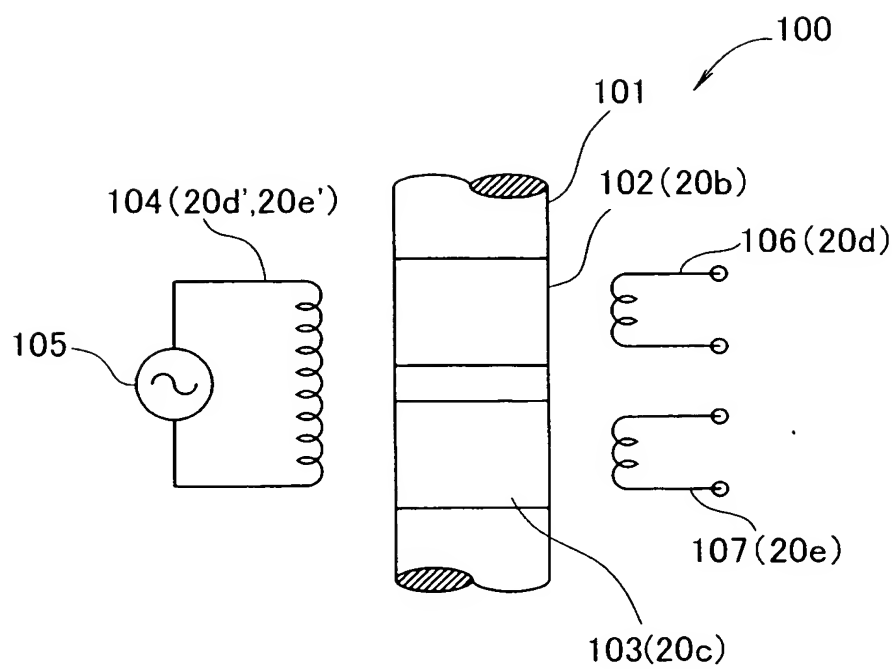
【図 4】



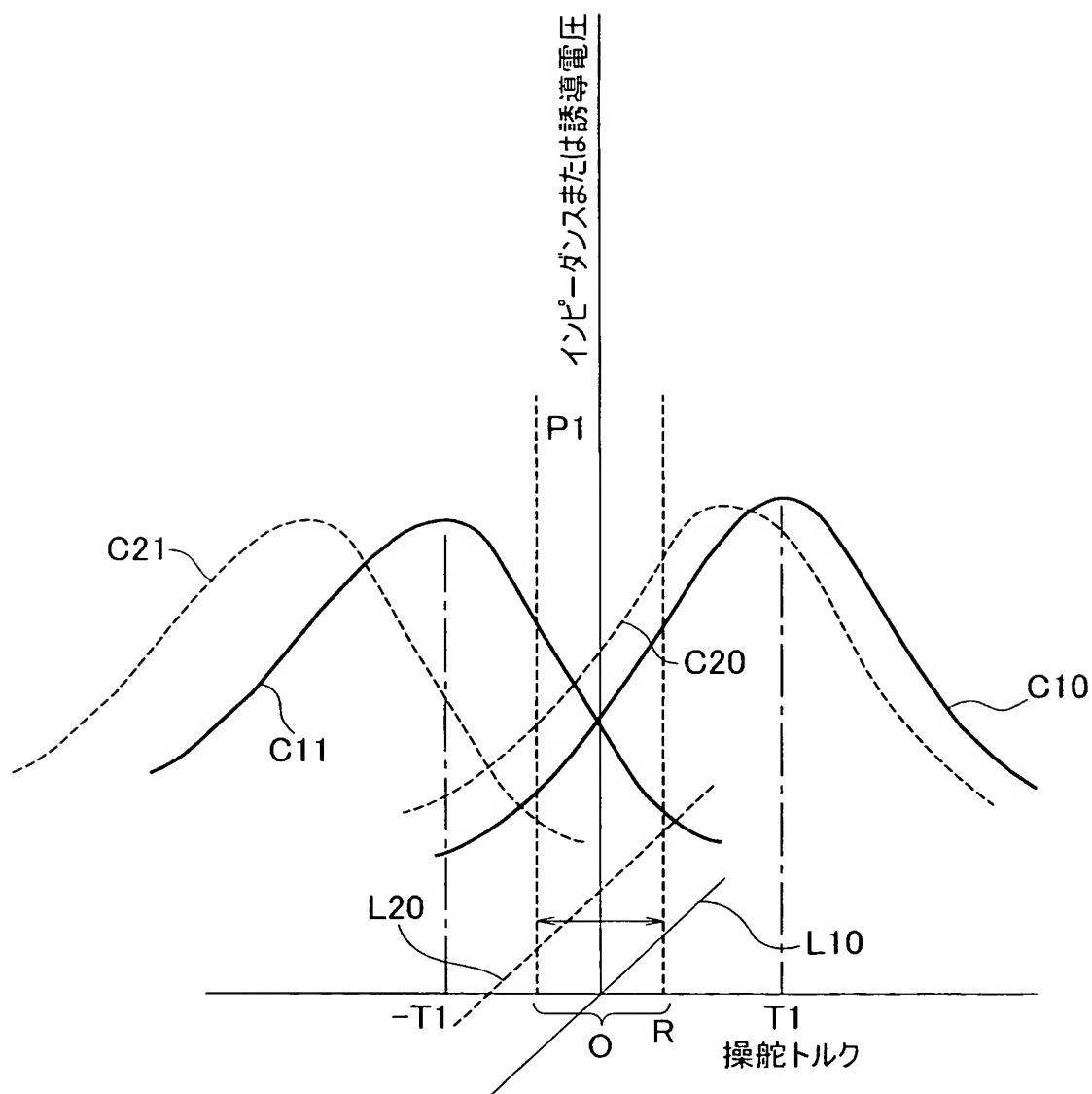
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 外部からの磁石等の接近によりトルク検出部周辺の磁界が変化しても、トルク検出信号の中立点が変わらず、中立点の調整の必要のないトルクセンサを提供する。

【解決手段】 少なくとも磁歪膜 2 0 b, 2 0 c が設けられた磁性材からなるシャフト 1 2 b と、シャフト 1 2 b に設けられた磁歪膜 2 0 b, 2 0 c を励磁する励磁コイル 2 0 d', 2 0 e' と、磁界の変化を検出する検出コイル 2 0 d, 2 0 e と、励磁コイル 2 0 d', 2 0 e' および検出コイル 2 0 d, 2 0 e の外周に設けられたヨーク部 2 0 f と、から成る磁歪式トルクセンサ 2 0 において、ヨーク部 2 0 f の外周に磁性体で成る磁気シールド手段 2 0 a を設けた。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 0 9 9 6 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社